

Kartlegging av svevestøv i datasenter på Fet

Måling av PM₁₀ og PM_{2,5} hos Digiplex

Hilde Thelle Uggerud



NILU rapport 36/2017	ISBN: 978-82-425-2910-7 ISSN: 2464-3327	TILGJENGELIGHET: A
DATO 14.11.2017	ANSVARLIG SIGNATUR Ole-Anders Braathen (sign.)	ANTALL SIDER 16
TITTEL Kartlegging av svevestøv i datasenter på Fet, måling av PM ₁₀ og PM _{2,5} hos Digiplex	PROSJEKTLEDER Hilde Thelle Uggerud	NILU PROSJEKT NR. O-117070
	KVALITETSSIKRER Katrine Aspmo Pfaffhuber	
FORFATTER(E) Hilde Thelle Uggerud	OPPDRAKSGIVER Digiplex, Selma Ellefsens vei 1, 0581 Oslo	OPPDRAKSGIVERS REF. Geir Almquist
REFERAT NILU fikk i oppdrag av Digiplex å kartlegge forekomsten av svevestøv i deres datasenter på Fet, Romerike. Formålet med prosjektet var å kartlegge svevestøvkonsentrasjonen (PM ₁₀ og PM _{2,5}) i korridoren og datahallene, samt å vurdere konsentrasjonene mot Folkehelseinstituttets (FHI) anbefalte faglige normer for inneklime og Arbeidstilsynets Forskrift om tiltaks- og grenseverdier. Generelt er det målt svært lave konsentrasjoner for begge partikkelfraksjonene. Alle de målte konsentrasjonene av PM _{2,5} ligger langt lavere enn FHIs anbefalte faglige normer for PM _{2,5} i inneklime. 8-timersmidlene målt for PM ₁₀ viser også et konsentrasjonsnivå langt lavere enn grenseverdien gitt av Arbeids- og sosialdepartementet i «Forskrift om Tiltaks- og Grenseverdier». Det samme gjelder for den målte konsentrasjonen av Zn sammenliknet med grenseverdien gitt i samme forskrift.		
TITLE Mapping of airborne dust in a data centre located at Fet. Measurement of PM ₁₀ and PM _{2.5} .		
EMNEORD Luftkvalitet Innemiljø Metaller		
ABSTRACT NILU was commissioned by Digiplex to map the presence of airborne dust in their data centre located at Fet, Romerike. The purpose of the project was to map the concentrations of airborne dust (PM ₁₀ and PM _{2,5}) in a corridor and a server room, as well as assess the results against recommended values given by FHI and limit values given by the Ministry of Labour and Social Affairs in "Forskrift for tiltaks- og grenseverdier". Generally, the measured concentrations of both particle fractions were very low. All measured concentration of PM _{2,5} lies far below FHI's recommended values for PM _{2,5} in indoor air. 8-hour average measured for PM ₁₀ shows a concentration level far lower than the limit value given by Arbeids- og sosialdepartementet in "Forskrift for tiltaks- og Grenseverdier". This also applies to the measured concentration of Zn as compared to the limit value given in the same regulation.		
PUBLISERINGSTYPE: Digitalt dokument (pdf)	FORSIDEBILDE: Kilde: NILU	

© NILU – Norsk institutt for luftforskning
Publikasjonen kan siteres fritt med kildeangivelse

NILU er ISO-sertifisert i henhold til NS-EN ISO 9001/ISO 14001 og akkreditert i henhold til NS-EN ISO/IEC 17025.

Forord

NILU har, på oppdrag fra Digiplex, utført målinger av PM₁₀ og PM_{2,5} i luften som sirkulerer i Digiplex sitt datasenter på Fet. Utvalgte filtre fra begge fraksjoner ble også analysert med hensyn til innhold av en del metaller.

Hensikten med undersøkelsen var å kunne vurdere hvorvidt partikkelkonsentrasjonen ligger over eller under faglige normer for inneluftkvalitet gitt av Folkehelseinstituttet. I tillegg skulle partikkel- og metallkonsentrasjonen vurderes mot grenseverdier gitt av Arbeidsdepartementet i «Forskrift om Tilltaks- og grenseverdier» som gjelder for arbeidsatmosfære.

Innhold

Forord	2
Sammendrag	4
1 Innledning.....	6
1.1 Bakgrunn og formål.....	6
1.2 Tidligere utførte analyser	6
2 Måleprogram	6
3 Resultater og diskusjon	7
4 Konklusjon	10
5 Referanser	10
Vedlegg A	11

Sammendrag

NILU fikk i oppdrag av Digiplex ved verneombud Geir Almquist, å kartlegge forekomsten av svevestøv i deres datasenter på Fet. Formålet med prosjektet var å kartlegge svevestøvkonsentrasjonen (PM_{10} og $PM_{2,5}$) i korridoren og datahallene, samt å vurdere konsentrasjonene mot Folkehelseinstituttets (FHIs) anbefalte faglige normer for inneklime og Arbeids- og sosialdepartementets «Forskrift om tiltaks- og grenseverdier». Målingene ble utført ved bruk av aktiv prøvetaking med KleinfILTERGERÄT (Leckel) i perioden 31.05.2017-30.06.2017. Generelt er det målt svært lave konsentrasjoner for begge partikkelfraksjonene i datasenteret på Fet. Alle de målte konsentrasjonene av $PM_{2,5}$ ligger langt lavere enn FHIs anbefalte faglige normer for $PM_{2,5}$ i inneklime (FHI, 2013). 8-timersmidlene målt for PM_{10} viser også et konsentrasjonsnivå langt lavere enn grenseverdien gitt i «Forskrift om Tiltaks- og Grenseverdier» (Arb.Dep., 2011). Det samme gjelder for den målte konsentrasjonen av Zn sammenliknet med grenseverdien gitt i samme forskrift. Det lave innholdet av Zn kan bety at partikkelutslippet fra kjølerne stort sett består av store, synlige partikler eller flak og ikke inneholder nevneverdige konsentrasjoner av små, inhalerbare partikler.

Ordliste

Bakgrunnsstasjon	Målestasjon som er lite påvirket fra lokal luftforurensing
EAD	Ekvivalent aerodynamisk diameter; partiklenes aerodynamiske størrelse
Finfraksjon	PM _{2,5}
Grenseverdi	Fastsatt konsentrasjon som gjelder for en gitt midlingstid
Grovfraksjon	Partikler i svevestøv med EAD mellom 2,5µm og 10µm
Midlingstid	Prøvetakingstid for måling av luftforurensing
PM _{2,5}	Partikler i svevestøv med EAD mindre enn 2,5 µm
PM ₁₀	Partikler i svevestøv med EAD mindre enn 10 µm
Respirabel	Inhalerbar
Svevestøv	Partikler som er så små at de holder seg svevende i luften. De er inhalerbare og kan være helseskadelige.

Kartlegging av svevestøv i datasenter på Fet

Måling av PM₁₀ og PM_{2,5} hos Digiplex

Måling av PM₁₀ og PM_{2,5} hos Digiplex

1 Innledning

NILU fikk i oppdrag av Digiplex ved verneombud Geir Almquist, å kartlegge forekomsten av svevestøv i deres datasenter på Fet.

1.1 Bakgrunn og formål

Digiplex er Norges største datasenter. De drifter store datahaller hvor leietagere kan plassere sitt datautstyr. Store kjølere av galvanisert stål og aluminium blåser kald luft inn i hallene hvor datautstyret er montert. Mellom kjølerne og datahallen løper en korridor. Luften som brukes til kjøling er anriktet med nitrogen, slik at oksygenandelen ligger på 15,3 (v/v) %. Høy grad av resirkulering av kjøleluften gir svært lite utskiftning av luft.

I anlegget på Fet er det observert partikler og små flak i luften. Det ble først observert for ca. 1 år siden. Det er spesielt i 2. etasje at dette er et problem. Det observeres mest partikler i korridoren mellom kjølerne og datahallen, men også inne i datahallene. Digiplex har mistanke om at partiklene kan skyldes korrosjon av teknisk utstyr eller kommer fra tetningsmiddelet som ble brukt i kjølerne. De har satt opp filtre foran åpningen inn til datahallene og her kan man tydelig se relativt store, hvite partikler. Om eventuelle små partikler (svevestøv) fanges opp i filteret eller om det følger luftstrømmen gjennom filteret og inn i datahallen, er usikkert.

Formålet med prosjektet var å kartlegge svevestøvkonsentrasjonen (PM₁₀ og PM_{2,5}) i korridoren og datahallene, samt å vurdere konsentrasjonene mot Folkehelseinstituttets (FHI) anbefalte faglige normer for inneklimate og Arbeids- og sosialdepartementets «Forskrift om tiltaks- og grenseverdier». Støvet skulle også analyseres for innhold av metaller, spesielt sink (Zn).

1.2 Tidligere utførte analyser

Digiplex har fått analysert partiklene fra et slikt filter hos SINTEF MOLAB. Det ble utført analyser ved bruk av elektronmikroskop (SEM-EDS) og en massespektrometrisk (GC-MS) kartlegging for bestemmelse av mulige organiske forbindelser. Laboratoriets vurdering etter analysene er at de hvite partiklene hovedsakelig består av sinkoksid med en andel av en uidentifisert organisk forbindelse med relativt høy molekylvekt. Resultatene er presentert i en rapport datert 31.08.2016 (SINTEF, 2016).

2 Måleprogram

Målingene ble utført ved bruk av aktiv prøvetaking med KleinfILTERgerät (Leckel) i perioden 31.05.2017-30.06.2017.

Målingene startet i korridoren mellom luftkjølerne og datahallene hvor serverne er plassert. Prøvetakeren ble plassert i enden av korridoren, hvor oppdragsgiver tidligere har observert at partikulært materiale samler seg på gulvet. I korridoren er det ingen som arbeider til daglig og prøvetakingstiden ble derfor satt til 24 timer, som er midlingstiden til FHIs faglige norm for $PM_{2,5}$ i inneklime. De første fem døgnene ble det utført prøvetaking av PM_{10} og $PM_{2,5}$ de påfølgende fem døgn. Skifte av luftinntak fra måling av PM_{10} til måling av $PM_{2,5}$ ble utført av personell fra Digiplex.

Etter endt prøvetaking i korridoren, ble prøvetakeren flyttet inn i en av datahallene. Her inne er det folk som arbeider og prøvetakingstiden ble derfor satt til 8 timer, som er midlingstiden i Arbeids- og sosialdepartementets forskrift for Tiltak- og Grenseverdier.

3 Resultater og diskusjon

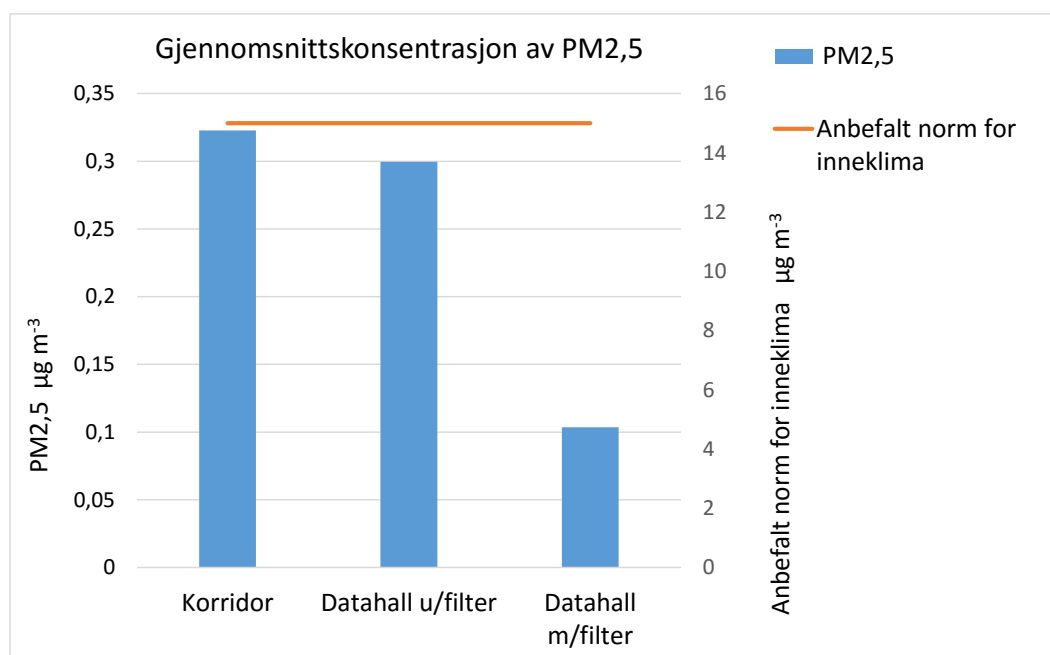
Alle resultatene er presentert i tabell 1-6 i Vedlegg A.

Generelt viser resultatene fra den gravimetriske analysen svært lave verdier både for $PM_{2,5}$ og PM_{10} .

Prøvetakeren var plassert i enden av korridoren, vinkelrett på den kraftige luftstrømmen fra kjølerne og inn mot datahallen. I dette området har oppdragsgiver over tid observert ansamling av godt synlige, hvite partikler på gulvet. I tillegg til at disse partiklene sedimenterer, er de også for store til at de inhaleres, men vil filtreres bort i nesen og dermed ha liten helsemessig betydning. Disse partiklene inngår derfor ikke i den målte svevestøvfraksjonen.

Resultatene fra målingene i korridoren viser at den gjennomsnittlige partikkelkonsentrasjonen for PM_{10} ligger i samme nivå som for $PM_{2,5}$. Siden $PM_{2,5}$ -fraksjonen inngår som en del av PM_{10} -fraksjonen, kan disse resultatene tyde på svevestøvet stort sett består av små partikler (finfraksjon) og at det er svært lite av partikler fra grovfraksjonen. Fordi forholdene inne i korridoren varierer lite over tid, mener vi denne antagelsen holder selv om PM_{10} og $PM_{2,5}$ ikke er målt samtidig. Høyeste målte døgnmiddelverdi for PM_{10} og $PM_{2,5}$ i korridoren, er henholdsvis $0,7 \mu\text{g m}^{-3}$ og $0,5 \mu\text{g m}^{-3}$.

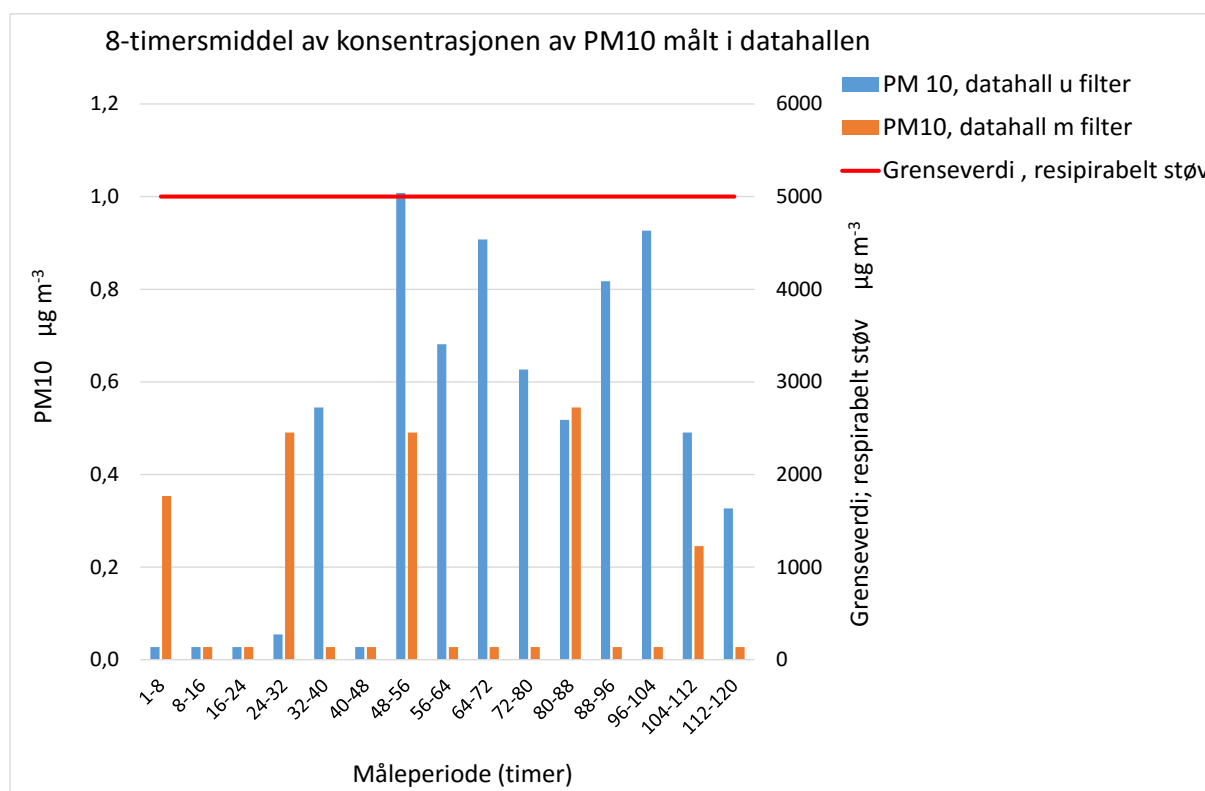
Til sammenlikning måler vi i uteluft ved bakgrunnstasjonen på Birkenes, et årsgjennomsnitt for PM_{10} og $PM_{2,5}$ på henholdsvis $4,3 \mu\text{g m}^{-3}$ og $2,5 \mu\text{g m}^{-3}$. For svevestøv i størrelsesfraksjonen $PM_{2,5}$ er anbefalt faglig norm for inneklime på $15 \mu\text{g m}^{-3}$ for døgnmiddel og $8 \mu\text{g m}^{-3}$ for årsmiddel (FHI, 2013). De målte verdiene i korridoren ligger langt lavere enn dette. Data fra Birkenes er fritt tilgjengelig via websiden: <http://ebas.nilu.no>.



Figur 1 Gjennomsnittskonsentrasjonen av PM_{2,5} (24 timer midlingstid) målt i korridoren og i datahallen med og uten filter montert mellom korridor og hall. I tillegg vises FHIs Anbefalte faglige norm for PM_{2,5} i inneklime.

Resultatene fra filtrene som ble eksponert i datahallen viser også at det måles mest små partikler, men her er andel grovfraksjon høyere enn det som ble målt i korridoren. I resultatene fra datahallen utgjør gjennomsnittet av grovfraksjonen og finfraksjonen, henholdsvis 35% og 65% av partikkelmassen. For PM₁₀ ligger 4 av 15 resultater lavere enn deteksjonsgrensen, mens for PM_{2,5} ligger ett av 15 resultater under deteksjonsgrensen. De målte 8-timersverdiene for PM₁₀ varierer mellom deteksjonsgrensen på 0,03 µg m⁻³ og 1,01 µg m⁻³. For finfraksjonen varierer de målte verdiene mellom deteksjonsgrensen på 0,03 µg m⁻³ og 0,71 µg m⁻³.

Filtrene Digiplex har montert foran åpningene inn til datahallen reduserer partikkelskonsentrasjonen for begge fraksjoner betraktelig. Av de 15 prøvene som ble tatt av hver partikkelfraksjon, med filter montert foran hallen, ligger 10 av 15 resultater lavere enn deteksjonsgrensen for PM₁₀, mens for PM_{2,5} ligger 13 av 15 resultater under deteksjonsgrensen. Høyeste målte 8-timers verdi for PM₁₀ er 0,54 µg m⁻³ og for PM_{2,5} 0,60 µg m⁻³. I «Forskrift om Tiltaks- og Grenseverdier» (Arb.Dep, 2011) er grenseverdien for respirabelt støv oppgitt til 5 mg m⁻³ i en periode på 8 timer.



Figur 2 8-timersmidler av PM_{10} målt i datahallen med og uten filter montert mellom korridoren og hallen. I tillegg vises Arbeidstilsynets grenseverdi for respirabelt støv.

Fra hver partikkelfraksjon i hver måleserie, ble de filtrene med høyest masse, analysert for innhold av følgende metaller: Vanadium (V), krom (Cr), Jern (Fe), kobolt (Co), kobber (Cu), sink (Zn), arsen (As), kadmium (Cd) og bly (Pb). Det ble i alt analysert 29 filtre. Konsentrasjonen av de ulike metallene ligger svært lavt for alle for alle de analyserte filtrene (se Tabell 4). Dette gjelder også for Zn, som tidligere er bestemt som en hovedbestanddel i de observerte hvite partiklene (SINTEF, 2016). Høyeste målte konsentrasjon av Zn hos Digiplex på Fet er $1,4 \text{ ng m}^{-3}$, som ble målt i PM_{10} -fraksjonen i datahallen. Dette er et noe lavere konsentrasjonsnivå enn det vi måler ved bakgrunnstasjonen på Birkenes. I arbeidsmiljø er grenseverdien for sinkoksid (ZnO) 5 mg m^{-3} i en periode på 8 timer. Vår analysemetode bestemmer ikke ZnO , men totalmengde Zn. Ved å anta at alt Zn som vi bestemmer er i form av ZnO og deretter beregner hvor mye Zn det er i $5 \text{ mg m}^{-3} ZnO$, så kan vi gjøre en sammenlikning. Grenseverdien omregnet til totalmengde Zn blir 4 mg Zn m^{-3} . Konsentrasjonen av Zn målt i Fet ligger langt under denne konsentrasjonen. Det lave innholdet av Zn kan bety at partikkelutslippet fra kjølerne stort sett består av store, synlige partikler eller flak og ikke inneholder nevneverdige konsentrasjoner av små, inhalerbare partikler. Konsentrasjonen av de andre metallene ligger også lavt. I filtrene fra Fet er den målte konsentrasjonen av Fe halvparten så høy som årsgjennomsnittet målt ved bakgrunnstasjonen på Birkenes, mens konsentrasjonen av As, Cd og Co kun har en tusendel av konsentrasjonsnivået målt ved samme bakgrunnstasjon.

4 Konklusjon

Generelt er det målt svært lave konsentrasjoner for begge partikkelfraksjonene i datasenteret på Fet. Alle de målte konsentrasjonene av $PM_{2,5}$ ligger langt lavere enn FHIs anbefalte faglige normer for $PM_{2,5}$ i inneklime (FHI, 2013). 8-timersmidlene målt for PM_{10} viser også et konsentrasjonsnivå langt lavere enn grenseverdien gitt i «Forskrift om Tiltaks- og Grenseverdier» (Arb.Dep., 2011). Det samme gjelder for den målte konsentrasjonen av Zn sammenliknet med grenseverdien gitt i samme forskrift. Det lave innholdet av Zn kan bety at partikkelutslippet fra kjølerne stort sett består av store, synlige partikler eller flak og ikke inneholder nevneverdige konsentrasjoner av små, inhalerbare partikler.

5 Referanser

Arb.Dep, 2011 «Forskrift om Tiltaks- og Grenseverdier»

Forskrift om tiltaksverdier og grenseverdier for fysiske og kjemiske faktorer i arbeidsmiljøet samt smitterisikogrupper for biologiske faktorer. Fastsatt 6. desember 2011 nr. 1358. Sist endret ved forskrift av 22. desember 2016 nr. 1860.

<https://lovdata.no/dokument/SF/forskrift/2011-12-06-1358>

FHI, 2013 «Luftkvalitetskriterier, Virkninger av luftforurensing på helse», Nasjonalt folkehelseinstitutt, rapport 2013:9

SINTEF, 2016 Bjørn Brekke og Hege Karlsen «Rapport, Screening, dato: 31.08.2016.»

Vedlegg A

Tabell 1: 24-timers middelkonsentrasjoner fra måling av svevestøv, PM_{10} og $PM_{2,5}$ i korridor. Resultatene er angitt som $\mu\text{g m}^{-3}$.

Svevestøv PM_{10}				Svevestøv $PM_{2,5}$			
Prøveidentitet	Start (dato)	Stopp (dato)	Konsentrasjon ($\mu\text{g m}^{-3}$)	Prøveidentitet	Start (dato)	Stopp (dato)	Konsentrasjon ($\mu\text{g m}^{-3}$)
Digiplex A2	31.05.2017	01.06.2017	0,23	Digiplex B2	05.06.2017	06.06.2017	0,24
Digiplex A3	01.06.2017	02.06.2017	0,70	Digiplex B3	06.06.2017	07.06.2017	0,51
Digiplex A4	02.06.2017	03.06.2017	0,02	Digiplex B4	07.06.2017	08.06.2017	0,34
Digiplex A5	03.06.2017	04.06.2017	< 0,01	Digiplex B5	08.06.2017	09.06.2017	0,32
Digiplex A6	04.06.2017	05.06.2017	0,54	Digiplex B6	09.06.2017	10.06.2017	0,21

Tabell 2: 8-timers middelkonsentrasjoner fra måling av svevestøv, PM₁₀ i datahall med og uten filter montert mellom korridoren og datahallen. Resultatene er angitt som $\mu\text{g m}^{-3}$.

PM ₁₀ målt uten filter				PM ₁₀ målt med filter			
Prøveidentitet	Start (dato)	Stopp (dato)	Konsentrasjon ($\mu\text{g m}^{-3}$)	Prøveidentitet	Start (dato)	Stopp (dato)	Konsentrasjon ($\mu\text{g m}^{-3}$)
Digiplex E2	24.06.2017	25.06.2017	< 0,03	Digiplex D2	19.06.2017	20.06.2017	0,35
Digiplex E3	25.06.2017	25.06.2017	< 0,03	Digiplex D3	20.06.2017	20.06.2017	< 0,03
Digiplex E4	25.06.2017	25.06.2017	< 0,03	Digiplex D4	20.06.2017	20.06.2017	< 0,03
Digiplex E5	25.06.2017	26.06.2017	0,05	Digiplex D5	20.06.2017	21.06.2017	0,49
Digiplex E6	26.06.2017	26.06.2017	0,54	Digiplex D6	21.06.2017	21.06.2017	< 0,03
Digiplex E7	26.06.2017	26.06.2017	< 0,03	Digiplex D7	21.06.2017	21.06.2017	< 0,03
Digiplex E8	26.06.2017	27.06.2017	1,01	Digiplex D8	21.06.2017	22.06.2017	0,49
Digiplex E9	27.06.2017	27.06.2017	0,68	Digiplex D9	22.06.2017	22.06.2017	< 0,03
Digiplex E10	27.06.2017	27.06.2017	0,91	Digiplex D10	22.06.2017	22.06.2017	< 0,03
Digiplex E11	27.06.2017	28.06.2017	0,63	Digiplex D11	22.06.2017	23.06.2017	< 0,03
Digiplex E12	28.06.2017	28.06.2017	0,52	Digiplex D12	23.06.2017	23.06.2017	0,54
Digiplex E13	28.06.2017	28.06.2017	0,82	Digiplex D13	23.06.2017	23.06.2017	< 0,03
Digiplex E14	28.06.2017	29.06.2017	0,93	Digiplex D14	23.06.2017	24.06.2017	< 0,03
Digiplex E15	29.06.2017	29.06.2017	0,49	Digiplex D15	24.06.2017	24.06.2017	0,25
Digiplex E16	29.06.2017	29.06.2017	0,33	Digiplex D16	24.06.2017	24.06.2017	< 0,03

Tabell 3: 8-timers middelkonsentrasjoner fra måling av svevestøv, $PM_{2,5}$ i datahall med og uten filter montert mellom korridoren og datahallen. Resultatene er angitt som $\mu\text{g m}^{-3}$.

PM _{2,5} målt uten filter				PM _{2,5} målt med filter			
Prøveidentitet	Start (dato)	Stopp (dato)	Konsentrasjon ($\mu\text{g m}^{-3}$)	Prøveidentitet	Start (dato)	Stopp (dato)	Konsentrasjon ($\mu\text{g m}^{-3}$)
Digiplex F2	30.06.2017	30.06.2017	0,71	Digiplex C2	10.06.2017	10.06.2017	0,05
Digiplex F3	30.06.2017	30.06.2017	0,08	Digiplex C3	10.06.2017	11.06.2017	< 0,03
Digiplex F4	01.07.2017	01.07.2017	0,35	Digiplex C4	11.06.2017	11.06.2017	< 0,03
Digiplex F5	01.07.2017	01.07.2017	0,19	Digiplex C5	11.06.2017	11.06.2017	< 0,03
Digiplex F6	01.06.2017	02.07.2017	0,35	Digiplex C6	11.06.2017	12.06.2017	< 0,03
Digiplex F7	02.07.2017	02.07.2017	0,54	Digiplex C7	12.06.2017	12.06.2017	< 0,03
Digiplex F8	02.07.2017	02.07.2017	0,49	Digiplex C8	16.06.2017	16.06.2017	< 0,03
Digiplex F9	02.07.2017	03.07.2017	0,27	Digiplex C9	16.06.2017	17.06.2017	< 0,03
Digiplex F10	03.07.2017	03.07.2017	0,35	Digiplex C10	17.06.2017	17.06.2017	< 0,03
Digiplex F11	03.07.2017	03.07.2017	0,46	Digiplex C11	17.06.2017	17.06.2017	< 0,03
Digiplex F12	03.07.2017	04.07.2017	0,08	Digiplex C12	17.06.2017	18.06.2017	< 0,03
Digiplex F13	04.07.2017	04.07.2017	< 0,03	Digiplex C13	18.06.2017	18.06.2017	0,57
Digiplex F14	04.07.2017	04.07.2017	0,25	Digiplex C14	18.06.2017	18.06.2017	< 0,03
Digiplex F15	04.07.2017	05.07.2017	0,19	Digiplex C15	18.06.2017	19.06.2017	< 0,03

Tabell 4 Metallkonsentrasjon i luft bestemt fra utvalgte filtre. Konsentrasjonen er angitt i ng m⁻³.

Prøve ID	Målested	Fraksjon	Start (dato)	Stopp (dato)	Luft-volum (m ³)	V	Cr	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	As	Cd	Pb
Digiplex B3	Korridor	PM _{2,5}	06.06.17	07.06.17	55,1	0,04	0,39	14	0,007	0,19	0,18	1,2	0,010	0,003	0,06
Digiplex B4	Korridor	PM _{2,5}	07.06.17	08.06.17	55,1	<0,02	0,24	6,3	0,008	0,08	0,19	0,34	0,003	<0,002	<0,04
Digiplex B5	Korridor	PM _{2,5}	08.06.17	09.06.17	55,2	0,02	0,32	4,5	0,004	0,16	0,07	0,40	0,003	<0,002	<0,04
Digiplex A2	Korridor	PM ₁₀	31.05.17	01.06.17	55,2	<0,02	0,77	39	0,008	0,10	0,82	0,80	0,007	<0,002	<0,04
Digiplex A3	Korridor	PM ₁₀	01.06.17	02.06.17	55,2	0,04	0,56	29	0,012	0,21	0,65	0,77	0,007	<0,002	0,06
Digiplex A6	Korridor	PM ₁₀	04.06.17	05.06.17	55,1	0,07	1,2	11	0,010	0,66	0,15	0,51	0,018	<0,002	<0,04
Digiplex C2	Datahall+filter	PM _{2,5}	07.06.17	08.06.17	18,4	<0,05	0,40	7,4	0,003	0,14	0,08	0,22	<0,004	<0,005	0,14
Digiplex C13	Datahall+filter	PM _{2,5}	08.06.17	09.06.17	18,4	<0,05	0,78	5,9	0,004	0,31	0,06	0,31	0,007	<0,005	<0,13
Digiplex C16	Datahall+filter	PM _{2,5}	31.05.17	01.06.17	18,4	<0,05	0,49	3,2	<0,002	0,10	0,08	0,72	<0,004	<0,005	<0,13
Digiplex D2	Datahall+filter	PM ₁₀	01.06.17	02.06.17	18,4	<0,05	0,76	3,9	<0,002	0,20	0,08	<0,04	<0,004	<0,005	<0,13
Digiplex D5	Datahall+filter	PM ₁₀	04.06.17	05.06.17	18,4	<0,05	0,66	5,1	<0,002	0,20	0,07	0,21	0,005	<0,005	<0,13
Digiplex D8	Datahall+filter	PM ₁₀	10.06.17	10.06.17	18,3	<0,05	0,77	<3,1	<0,002	0,09	0,28	0,56	<0,004	<0,005	<0,13
Digiplex D12	Datahall+filter	PM ₁₀	18.06.17	18.06.17	18,4	<0,05	0,98	5,2	<0,002	0,08	<0,05	0,18	0,006	<0,005	<0,13
Digiplex D15	Datahall+filter	PM ₁₀	19.06.17	19.06.17	18,3	<0,05	2,1	22	0,009	1,00	0,11	1,4	0,168	<0,005	0,13
Digiplex F2	Datahall uten filter	PM _{2,5}	19.06.17	20.06.17	18,4	<0,05	0,34	<3,1	<0,002	0,09	0,08	0,40	<0,004	<0,005	<0,13
Digiplex F6	Datahall uten filter	PM _{2,5}	20.06.17	21.06.17	18,3	<0,05	0,45	35	<0,002	0,19	0,16	0,26	0,022	<0,005	<0,13
Digiplex F7	Datahall uten filter	PM _{2,5}	21.06.17	22.06.17	18,4	<0,05	0,68	<3,1	0,003	0,22	<0,05	0,27	0,018	<0,005	<0,13
Digiplex F8	Datahall uten filter	PM _{2,5}	23.06.17	23.06.17	18,4	<0,05	0,89	4,5	0,152	0,28	0,09	0,76	0,006	<0,005	<0,13
Digiplex F11	Datahall uten filter	PM _{2,5}	24.06.17	24.06.17	18,4	<0,05	0,82	3,6	<0,002	0,18	0,06	<0,04	<0,004	<0,005	<0,13
Digiplex E6	Datahall uten filter	PM ₁₀	30.06.17	30.06.17	18,4	<0,05	0,57	21	<0,002	0,16	0,10	0,21	<0,004	0,006	<0,13
Digiplex E8	Datahall uten filter	PM ₁₀	01.06.17	02.07.17	18,4	<0,05	1,0	41	0,008	0,28	0,56	0,43	0,006	<0,005	<0,13
Digiplex E9	Datahall uten filter	PM ₁₀	02.07.17	02.07.17	18,4	<0,05	0,57	9,2	<0,002	0,13	<0,05	0,17	<0,004	<0,005	<0,13
Digiplex E10	Datahall uten filter	PM ₁₀	02.07.17	02.07.17	16	<0,06	0,89	5,7	<0,002	0,18	0,10	0,29	<0,005	<0,005	<0,15
Digiplex E13	Datahall uten filter	PM ₁₀	03.07.17	03.07.17	18,4	<0,05	0,55	4,5	<0,002	0,08	0,26	0,19	<0,004	<0,005	<0,13
Digiplex E14	Datahall uten filter	PM ₁₀	26.06.17	26.06.17	18,4	<0,05	0,56	<3,1	<0,002	0,14	0,08	<0,04	<0,004	<0,005	<0,13

Tabell 5 Feltblind for masse av PM_{10} og $PM_{2,5}$. resultatene er angitt som $mg\ filter^{-1}$.

PM_{10}					$PM_{2,5}$				
Prøve ID	Målested	Start (dato)	Stopp (dato)	Konsentrasjon ($mg\ filter^{-1}$)	Prøve ID	Målested	Start (dato)	Stopp (dato)	Konsentrasjon ($mg\ filter^{-1}$)
Digiplex A1	Korridor	31.05.17	05.06.17	< 0,001	Digiplex B1	Korridor	05.06.17	10.06.17	< 0,001
Digiplex E1	Datahall u/ filter	24.06.17	29.06.17	0,003	Digiplex F1	Datahall u/ filter	30.06.17	05.07.17	< 0,001
Digiplex D1	Datahall m/filter	19.06.17	24.06.17	< 0,001	Digiplex C1	Datahall m/filter	10.06.17	19.06.17	< 0,001

Tabell 6 Feltblind for metaller. Resultatene er angitt som $ng\ filter^{-1}$

Prøve ID	Målested	Fraksjon	Start (dato)	Stopp (dato)	V	Cr	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	As	Cd	Pb
Digiplex B1	Korridor	$PM_{2,5}$	05.06.17	10.06.17	<0,98	8,6	<57	<0,034	1,0	<0,88	2,2	<0,080	<0,085	<2,3
Digiplex D7	Datahall+filter	PM_{10}	21.06.17	21.06.17	<1,1	12	72	0,045	3,8	<0,94	8,3	<0,086	<0,091	<2,5
Digiplex F1	Datahall uten filter	$PM_{2,5}$	30.06.17	05.07.17	<1,0	7,1	70	<0,035	1,9	<0,90	2,8	0,137	<0,088	<2,4
Digiplex E1	Datahall uten filter	PM_{10}	24.06.17	29.06.17	<0,99	12	276	<0,035	5,4	1,8	6,4	<0,080	<0,086	<2,3

NILU – Norsk institutt for luftforskning

NILU – Norsk institutt for luftforskning er en uavhengig stiftelse etablert i 1969. NILUs forskning har som formål å øke forståelsen for prosesser og effekter knyttet til klimaendringer, atmosfærens sammensetning, luftkvalitet og miljøgifter. På bakgrunn av forskningen leverer NILU integrerte tjenester og produkter innenfor analyse, overvåkning og rådgivning. NILU er opptatt av å opplyse og gi råd til samfunnet om klimaendringer og forurensning og konsekvensene av dette.

NILUs verdier: Integritet – Kompetanse – Samfunnsnytte

NILUs visjon: Forskning for en ren atmosfære

NILU – Norsk institutt for luftforskning
Postboks 100, 2027 KJELLER

E-post: nilu@nilu.no

<http://www.nilu.no>

ISBN: 978-82-425-2910-7

ISSN: 2464-3327